enciclopedia del saber humano



LA TIERRA

Nº 5

25 PESETAS

enciclopedia del saber humano

Tomo I - Fascículos 1-15

LA TIERRA

Biografía geográfica de nuestro planeta

© Copyright 1969 by EDITORIAL MATEU.
Balmes, 341. BARCELONA-6.
Depósito Legal: B-23.452-1969

DIRECCION:
Francisco F. Mateu y Raúl Sampablo
COLABORADORES:
A. Bayan, G. Pierill, A. Cunillera, M. Comorera, A. Cuscó, G. A. Manova, A. Gómez, L. Pilaev, D. L. Armand, N. Bluket, M. Loschin, V. Matisen, J. Kennerknecht, P. Jiménez.
COMPAGINACION Y MAQUETA:
Santiago Gargallo
FOTOGRAFIAS:
Archivo Editorial Mateu, Salmer, Dulevant, SEF, Carlo Bevilacqua.
REALIZACION GRAFICA:
Cayfosa. Moderna, 51. Hospitalet de Llobregat
Interiores impresos sobre papel Printomat de Sarrió, C.A.P., especialmente fabricado para esta obra.
Impreso en España *Printed in Spain*

Un mundo como el nuestro, en el que cada día el panorama de conocimientos se amplía y diversifica, requiere instrumentos cada vez más perfeccionados y adecuados. Y ello es aplicable igualmente al campo de la cultura. Cuando cada materia alcanza ramificaciones insospechadas pocos años atrás, la "enciclopedia general", ese enorme cajón de sastre de noticias y datos, ha quedado un tanto sobrepasada y hoy se precisan obras de consulta más racionales, en las que cada disciplina ofrezca una estructuración interna armónica y sugerente y que, al mismo tiempo que brinde un compendio de conocimientos "históricos", abra al lector un panorama de insinuaciones, le adentre por los inexplorados caminos de las posibilidades futuras, le ofrezca un sólido instrumento de cultura que le permita alinearse en el bando de las personas cultas. Hay que precisar que este concepto ha variado profundamente, y en lo sucesivo no podrá llamarse persona culta quien no posea nociones de cómo ha evolucionado el mundo, o de los principios de la energía atómica, o del por qué de los viajes espaciales, o de rudimentos de cibernética. Para que todo ello sea posible ha surgido la ENCICLOPEDIA DEL SABER HUMANO.

Como podrá comprobar, no se trata de una enciclopedia más, sino de una obra pensada sobre todo para que usted, o su hijo, arribe al umbral del año 2.000, tan próximo ya, con la visión y formación imprescindible a todo hombre de nuestro tiempo. Por esta razón se ha dado la primacía dentro del plan general de la obra a aquellas materias de tipo técnico que son las que han de caracterizar el inmediato devenir. Y aquí se ha contado con la colaboración de eminentes profesores rusos, que han aportado para nuestra publicación el momento actual de la ciencia soviética.

Para hacerla más racional, esta obra es monográfica, es decir, cada tomo tratará única y exclusivamente de una materia determinada. Y para no hacerla eterna, cada tomo constará tan sólo de 15 fascículos, en los que se compendia de manera clara, amena y sugestiva lo más importante de cada una de ellas. Miles de espléndidas fotografías en color y dibujos seleccionados servirán de adecuado contrapunto gráfico. He aquí, en resumen, lo que será la E. del S.H.:

180 fascículos de aparición semanal.
12 volúmenes (cada 15 fascículos, un volumen).

MUY IMPORTANTE

Con el fascículo quinto de cada volumen, se entregarán, completamente gratis, las tapas para la encuadernación del mismo.



La Tierra, con la superficie lunar en primer término,ofrece este aspecto en el espacio. Muchas han sido las teorías mantenidas a través de los años acerca de la composición del globo terrestre. Kircher decía que era un cuerpo duro con grandes huecos que se unían entre sí y la superficie por diversos canales. El núcleo central era alojamiento de una gran masa de fuego y los huecos cercanos a la superficie estaban llenos, en parte, de agua, aire y fuego.

Estructura del globo terrestre

¿Quién no conoce la novela de Julio Verne *Viaje al centro de la Tierra*? En ella, Julio Verne utiliza como procedimiento literario la inverosímil aventura de la penetración de los héroes de la novela por el cráter de uno de los volcanes de Islandia a las profundidades de la Tierra; habla con detalle de la estructura de la capa superior o corteza terrestre, y de la historia del desarrollo de la vida en ella, tal y como suponían los científicos en la segunda mitad del siglo XIX.

Julio Verne describe con exactitud las regiones clásicas de acciones volcánicas —Islandia e islas del mar Mediterráneo—; el escritor introduce sus héroes a desconocidas profundidades del globo terrestre.

No es por casualidad que Julio Verne hable de los volcanes en su novela. Las erupciones de los volcanes siempre han llenado de pánico a los hombres. Queriendo explicarse la terrible acción de los volcanes, los seres humanos, desde tiempos remotos, han creado infinidad de leyendas sobre ellos. Los antiguos griegos creían que los volcanes eran los dominios del dios del fuego, Hefestos. Gran interés despertaba en aquellos tiempos el volcán Etna, que se encuentra en la costa oriental de la isla de Sicilia. El poeta griego Píndaro (siglo V a. de J. C.) aseguraba que las erupciones del Etna eran causadas por Tifón, monstruo de cien cabezas (en la mitología griega, titán o genio terrible, que exhalaba fuego, hijo de la diosa Gea), recluido en las entrañas de la montaña, en castigo de su rebelión contra Zeus.

El filósofo Empédocles (aproximadamente vivió en los años 490-430 antes de J. C.) fue el primero que habló sobre el estudio de licuación de las partes interiores de la Tierra, refiriéndose a la acción de los volcanes y los manantiales termales. Estudió el volcán Etna, por cuyas laderas, de tiempo en tiempo, corrían potentes torrentes de lava, que inundaban los alrededores a decenas de kilómetros. Empédocles, acuciado por el deseo de estudiar la construcción del volcán y los motivos de las erupciones, decidió bajar a las entrañas del cráter del Etna y pereció en su interior, asfixiado por las emanaciones gaseosas.

En la Edad Media nada nuevo se aclaró sobre los volcanes. Las principales teorías se basaban en opiniones de los antiguos filósofos griegos.

Más tarde, el naturalista alemán Atanasio Kircher (1602-1680) estudió las erupciones volcánicas y los terremotos, y escribió una obra, *Mundo subterráneo*, en que describía las entrañas de la Tierra y un imaginario corte del globo terrestre.

Según Kircher el interior de la Tierra era un cuerpo duro con grandes huecos que se unían entre sí y con la superficie por infinidad de canales. El núcleo central lo ocupaba el fuego, y los huecos situados cerca de la superficie estaban en parte llenos de fuego, agua y aire.

De manera muy distinta veía la composición de la Tierra el científico inglés John Woodward (1665-1722). Según él, el interior de la Tierra estaba relleno de agua. El agua formaba una gran esfera líquida, que se comunicaba por canales con los mares y océanos. En sus tra-

Los hombres siempre han sentido horror o pánico por las erupciones de los volcanes. Muchas leyendas han sido creadas en torno a su origen. En la fotografía, aparece el cráter principal de la isla de Vulcano, en el archipiélago eólico.

bajos Woodward indicó un corte hipotético del globo terrestre.

Los esquemas de Kircher y Woodward gozaron durante mucho tiempo de gran popularidad. Se citaban incluso en los libros de texto, en la segunda mitad del siglo XIX.

En la ciencia del siglo XIX dominaba en general la idea del núcleo de fuego o líquido del globo terrestre. Esta idea explicaba lógicamente la elevación de la temperatura, observada al descender hacia el fondo de la Tierra, así como los fenómenos volcánicos. Además se apoyaba en las hipótesis cosmogónicas de Kant y Laplace.

El filósofo alemán Manuel Kant y el astrónomo francés Pedro Simón Laplace propusieron hipótesis, en que intentaban dar idea del principio del sistema solar.

Kant tomó como fundamento de su hipótesis las nebulosas, compuestas de partículas separadas, que se encuentran en movimiento. Los choques de estas partículas entre sí llevaron a través del tiempo a la ordenación de este movimiento, y de las nebulosas surgieron el Sol y los planetas. Laplace creía, que, a consecuencia del acercamiento de las partículas y su compresión, las nebulosas gradualmente se caldeaban. La rotación de los gases nebulosos en estado candente, de más grandes dimensiones que el sistema planetario, cobraba forma aplanada. Después, al aumentar la velocidad de rotación, de las nebulosas se desprendían gradualmente capas de sustancias, que formaban una serie de anillos. Cada anillo, bajo la acción de las recíprocas fuerzas de atracción de las partículas componentes, gradualmente se convertía en un cuerpo esférico, planeta, que al principio se hallaba aún en estado candente, pero que después, debido a la irradiación del calor, se iba enfriando.

La parte central de la nebulosa, después de su compresión y de haberse separado de ella varios anillos, formó el Sol.

De esta manera, según las hipótesis de Kant y Laplace, el núcleo de la Tierra debió de ser de fuego líquido; y la corteza terrestre, el producto del enfriamiento de esta masa candente.

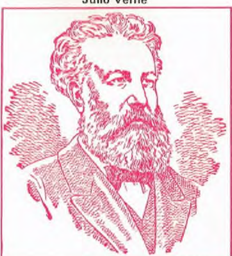
Pero en los tiempos de Julio Verne ya se oían —aunque muy débilmente— las voces de aquellos que no estaban de acuerdo con las hipótesis de Kant-Laplace. A esta minoría, por lo visto, pertenecía Julio Verne, que puso en boca del imaginario profesor Lidenbrok sus ideas, en que dudaba de la existencia del núcleo central de la Tierra en estado candente y procuraba explicarse el calor interior de la corteza terrestre por procesos de oxidación.

Este punto de vista ha sido aceptado actualmente por la ciencia. La mayoría de geofísicos y geólogos niegan ahora la etapa del estado incandescente de la Tierra y explican el recalentamiento de las envolturas de la Tierra por procesos radiactivos de desintegración.

Otra hipótesis de la formación de los planetas fue elaborada por varios científicos rusos. Según esta hipótesis los planetas se formaron de nebulosas de polvo cósmico, que giraban alrededor del Sol. Esta nebulosa de polvo, a consecuencia del choque de sus partículas entre sí, debió de transformarse muy pronto en una capa comprimida, que giraba alrededor del Sol. Bajo la acción de la recíproca fuerza de gravedad esta capa se transformó en un sistema de aislados condensadores, y después de esta capa se formaron los planetas. Según esta hipótesis la Tierra ha sido siempre un cuerpo frío; por esto la corteza terrestre no está formada por la escoria, producida por el enfriamiento de una masa incandescente. La corteza —parte componente de nuestro planeta— en principio fue fría, y solamente después se ha ido calentando como resultado de diversos procesos, principalmente radiactivos.

Pero no sólo las hipótesis ayudan actualmente a los científicos a penetrar en la parte interior del globo terrestre. Para esto existen métodos geofísicos de

Julio Verne



gran exactitud, basados en el estudio de las vibraciones de la corteza terrestre, provocadas por los terremotos o por explosiones artificiales.

El material fundamental para el estudio de la estructura del globo terrestre lo recibimos de los registros de las vibraciones de la superficie terrestre, que nos dan aparatos muy sensibles, *sismógrafos*, instalados en las estaciones sísmicas de todo el mundo. Las vibraciones son producidas por los *seísmos* (terremotos). Los focos de los seísmos se encuentran en las profundidades del globo terrestre, algunas veces a centenares de kilómetros de la superficie.

Cada seismo provoca un movimiento vibratorio que se transmite desde su foco hacia todos los lados.

Si la Tierra fuese un cuerpo homogéneo las ondas sísmicas se transmitirían en línea recta y con velocidades idénticas. El estudio de las velocidades de propagación de diversas ondas en la Tierra ha demostrado que el globo terrestre está compuesto de una sucesión de zonas concéntricas, de diversas densidades. Se vislumbran algunas zonas con diferentes propiedades elásticas. La primera zona se extiende desde la superficie de la Tierra hasta la profundidad media de 50-60 kilómetros, que representa la llamada corteza terrestre, compuesta principalmente de rocas y minerales cristalizados. Debajo de ella yace una materia más densa, pero al mismo tiempo seguramente más plástica que la corteza superior. Hasta la profundidad de unos 1.200 kilómetros va aumentando uniformemente la velocidad de las ondas sísmicas, lo cual debe interpretarse como uniforme aumento de la presión en la composición homogénea de esta capa. El aumento de velocidad de las ondas sísmicas, después de esta capa, va decreciendo a mayor profundidad.

Finalmente, un brusco salto se opera a la profundidad de 2.900 kilómetros. La parte de globo terrestre, encerrada entre la parte baja de la corteza, a la profundidad de 50 a 60 kilómetros y la profundidad de 2.900 kilómetros, se llama envoltura de la Tierra. La parte de globo terrestre, encerrada en el interior de la envoltura, desde la profundidad de 2.900 kilómetros hasta el centro, se llama núcleo de la Tierra, y la parte superior de éste, límite del núcleo.

El núcleo de la Tierra está compuesto de una materia que no opone resistencia al cambio de formas, o sea, se comporta en relación con las sacudidas sísmicas como un cuerpo líquido o gaseoso.

Movimiento de rotación: el día y la noche. La vida terrestre, el amanecer y el anochecer diario, se debe a este movimiento de nuestro planeta en dirección contraria al movimiento aparente del Sol.

La parte que cubre el globo terrestre, que forma los continentes y el fondo de los océanos, se divide en dos capas principales. La capa superior de la parte continental de la corteza terrestre está compuesta fundamentalmente de estratos, llamados rocas sedimentarias, afines por su composición a los graníticos. Por esto la capa superior de ordinario se llama granítica, aunque es necesario recordar que este nombre es convencional, pues en esta capa hay otras rocas y minerales, y que su composición puede variar según las regiones. Debajo está la llamada capa basáltica. En su composición entran rocas, ricas en hierro y magnesio, y pobres en sílices. Es una variedad del grupo de rocas basálticas, y por esto la parte inferior de la corteza terrestre recibió el nombre de basáltica. Esta capa se separa de la inferior siguiente por una superficie que se distingue con claridad a través de las ondas sísmicas. La velocidad de las ondas sísmicas, después de esta superficie de separación, aumenta de golpe hasta 8 kilómetros por segundo, condicionada al aumento de densidad de la materia.

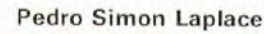
La materia de la corteza terrestre se halla en estado cristalizado. El espesor de la corteza terrestre es menor debajo de los océanos que debajo de los continentes. Puede ser, que, en general, la capa de granito falte en el fondo del océano Pacífico.

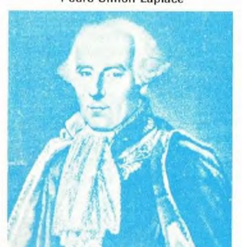
La parte más superior de la corteza terrestre está compuesta de estratos de rocas sedimentarias, formados por la sedimentación de diversas pequeñas partículas en los mares y océanos. En ella están enterrados restos de organismos animales y vegetales, que habitaron anteriormente el globo terrestre. El espesor máximo de los estratos sedimentarios no pasa de los 12-15 kilómetros. Su sucesiva sedimentación, y la contención en ella de animales y vegetales fósiles, permite a los científicos geólogos reconstruir la historia del desarrollo de la vida en la Tierra.

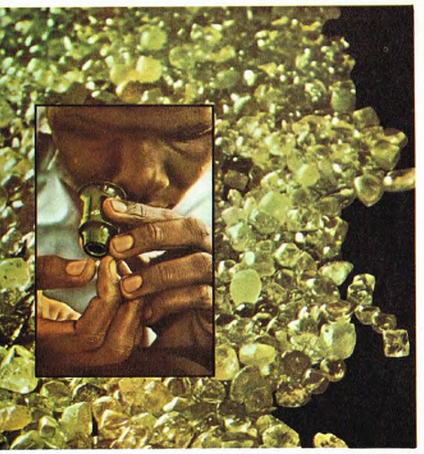
La parte superior de la envoltura interior de la Tierra por su composición química es muy parecida a la composición de las rocas, llamadas *peridotitas* y *piroxenitas*, muy ricas en hierro y magnesio, y caracterizadas por su considerable peso especifico.

Tenemos pruebas de la existencia de esta envoltura, debajo de la corteza terrestre. Entre la gran cantidad de ro-

Manuel Kant


Pedro Simon Laplace





Con los modernos métodos de la geofísica podemos conocer las profundidades de la Tierra. Entre las rocas de las minas de diamantes de Kimberley, en Africa del Sur, se encuentran infinidad de trozos de roca peridotita, una de las más profundas que conoce el hombre.

cas, que cubren los pozos verticales de las minas de diamantes Kimberley, en África del Sur, así como de las minas de diamantes de Yakutia, se encuentran infinidad de trozos de rocas peridotitas. Éstos son los materiales más profundos por nosotros conocidos de los que forman la Tierra.

Pero con los métodos de la moderna geofísica nosotros conocemos la Tierra, más allá, hacia las profundidades, aunque solamente con relación a la distribución de los materiales por su densidad y elasticidad, sin saber aún sus otras cualidades.

De esta manera se pueden calcular que la envoltura interior de la Tierra se extiende hasta la profundidad de 2.900 kilómetros. La materia de esta envoltura es dura, pero tiene plasticidad, y en su parte inferior carece de estructura cristalina (amorfo). Su composición, por lo visto, es la misma que en su parte superior. La variación de la densidad de la envoltura de la Tierra depende no tanto de su composición, como de la presión, que alcanza aquí inmensas magnitudes.

Así, por ejemplo: la presión en la unidad de superficie es igual:

Profundidad en kilómetros	Presión en atmósferas
5	1.350
50	13.500
800	296.100
3.200	1.677.900

El núcleo terrestre posee las propiedades de los líquidos. El radio del núcleo central de la Tierra es de 3.471 kilómetros. Al pasar de la envoltura al núcleo central cambian bruscamente las propiedades físicas de la materia. La causa de este cambio será, seguramente, la variación de la estructura atómica bajo la influencia de las altas presiones, que alcanzan cerca de 3 millones de atmósferas. La temperatura en el interior de la Tierra se eleva hasta 2.000-3.000 grados; en este caso la más rápida elevación de la temperatura tiene lugar en la corteza terrestre; más adelante, considerablemente más despacio, y constante en las grandes profundidades.

La densidad de la Tierra aumenta de 2,6 en la superficie hasta 6,8 en el límite del núcleo central. En el mismo núcleo la densidad crece hasta 10, y en sus partes centrales pasa de 12.

En tiempos no muy lejanos se creía que el núcleo tenía composición ferruginosa, análoga a los meteoritos de hierro, y la envoltura, silícea, correspondiente a los meteoritos pétreos. Sin embargo, de acuerdo con la opinión de la ciencia contemporánea, la causa del brusco salto de la densidad y la brusquedad en la disminución de la dureza en los límites del núcleo de la Tierra no es debida al cambio de la composición química de la materia, sino a un proceso fisicoquímico, destrucción parcial de la envoltura electrónica de los átomos al llegar a la presión crítica, que alcanza 1,4 millones de atmósferas. El desprendimiento de los electrones de los núcleos, bajo la acción de la enorme presión y la elevada temperatura, permite la brusca condensación de la materia y le da nuevas propiedades, parecidas en relación con su solidez con las propiedades de los cuerpos líquidos (propiedad de los cuerpos líquidos, conservando su volumen, de variar de forma), y en relación con la conductibilidad eléctrica, con las propiedades de los metales. Esta transformación se llama *paso de la materia a la fase metálica*.

Así, las condiciones de la existencia de la materia, en las grandes profundidades del globo terrestre, son muy diferentes de las condiciones de la superficie terrestre y de las que nosotros podemos hoy crear por medio de experimentos.

Los datos que los geofísicos y astrofísicos nos dan permiten de año en año comprender mejor la estructura del globo terrestre, y esto a su vez nos permite ver la relación de una serie de importantísimos procesos geológicos, que tienen lugar en la corteza terrestre, con los procesos que se operan en las profundidades del globo que habitamos.

Por todo cuanto hemos expuesto fácil es comprender que sea tan importante e interesante el estudio de la estructura de nuestro planeta.

Qué pasa en las montañas de la Tierra. Cómo actúan los volcanes

En el mar Tirreno, en el grupo de las islas Lipari, hay una pequeña isla, Vulcano. La mayor parte de la isla está ocupada por una montaña. Desde tiempo inmemorial los hombres han visto cómo su cúspide, algunas veces, arrojaba nubes de humo negro, fuego, y vomitaba candentes piedras a gran altura.

Los antiguos romanos creían que esta isla era la entrada del infierno, y los dominios del dios del fuego, que ejercía el oficio de herrero (Vulcano). Con el nombre de éste, posteriormente, han sido llamados volcanes las montañas ignívomas.

La erupción de un volcán puede durar algunos días e incluso meses. Después de una fuerte erupción el volcán vuelve de nuevo al estado de reposo durante algunos años o decenios.

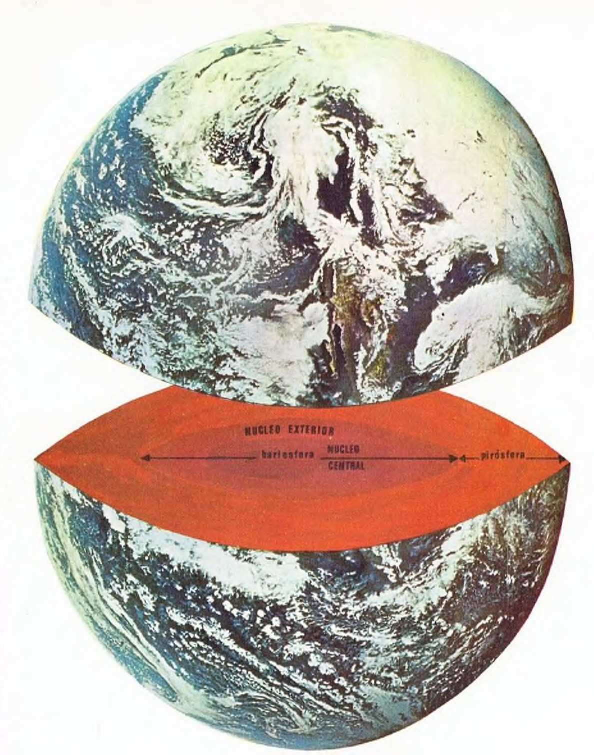
Hay volcanes que estuvieron en erupción en tiempos remotos y ahora están *apagados*. Algunos de ellos han conservado la forma cónica. Sobre la actividad de estos volcanes no se han conservado informaciones.

El volcán generalmente tiene forma cónica, con laderas de suave pendiente en el pie del mismo y más abruptas hacia la cima.

Si se sube a la cima de un volcán en acción, durante el tiempo de su es-

tado de reposo, puede verse el cráter, profunda cavidad con paredes escarpadas, parecidas a una gigantesca copa. El fondo del cráter está cubierto de fragmentos grandes y pequeños de piedras, y de las grietas del fondo y de las paredes fluyen chorros de gas y vapor. A veces salen sin ruido debajo de las piedras y de las grietas, y otras se escapan violentamente, con crepitaciones y silbidos. El cráter está lleno de gases asfixiantes; al elevarse forman pequeñas nubes en la cima del volcán. Meses y años puede humear tranquilo, hasta que sobreviene la erupción. Este acontecimiento a menudo va precedido de terremotos; se oyen ruidos subterráneos, y aumenta la cantidad de gases que forman espesas nubes encima del volcán.

Después, por la presión de los gases que salen de las entrañas de la Tierra, el fondo del cráter hace explosión. A miles de metros arroja negras y espesas nubes de gases y vapores de agua, mezclados con ceniza, sumergiendo en tinieblas los alrededores. Con gran estruendo son disparadas por el cráter piedras en estado de fusión, formando gigantescos haces de chispas. De las negras nubes caen a la Tierra las cenizas, algunas veces acompañadas de fuertes aguaceros que forman torrentes de barro que inundan los alrededores. El resplandor de los relámpagos rompe incesantemente las tinieblas. El volcán truena y se estremece toda la tierra; por su cráter sube la lava en estado de fusión. Se agita y derrama por el borde del cráter precipitándose en torrente de fuego por las laderas del volcán, quemando y destruyéndolo todo a su paso.



Las capas que componen el globo son de diferente espesor y composición. El núcleo central, duro y denso, y el núcleo exterior, al parecer líquido, forman la bariesfera. Esta, a su vez, está envuelta por la pirósfera, de gran temperatura, compuesta por sílice y magnesio.

En algunas erupciones volcánicas la lava no llega a derramarse. Tienen lugar también erupciones volcánicas en el fondo de los mares y océanos. De éstas son testigos los navegantes, cuando de pronto ven surgir una columna de vapor encima de las aguas, o flotando en la superficie la espuma de piedra, la piedra pómez. A veces los barcos tropiezan en bancos aparecidos inesperadamente, formados por nuevos volcanes en el fondo de los mares. Con el tiempo estos bancos —masas de erupciones— son destruidos por la erosión de las olas marítimas y desaparecen completamente.

Algunos volcanes submarinos forman conos, que sobresalen de la superficie del agua en forma de islas.

En la antigüedad los hombres no sabían explicarse las causas de las erupciones de los volcanes. Este terrible fenómeno de la naturaleza aterrorizaba al hombre.

Sin embargo, ya los antiguos griegos y romanos, y más tarde los árabes, creyeron que en las profundidades de la Tierra existía un gran mar de fuego, y que era la agitación de este mar lo que producía las erupciones volcánicas en la superficie de la Tierra.

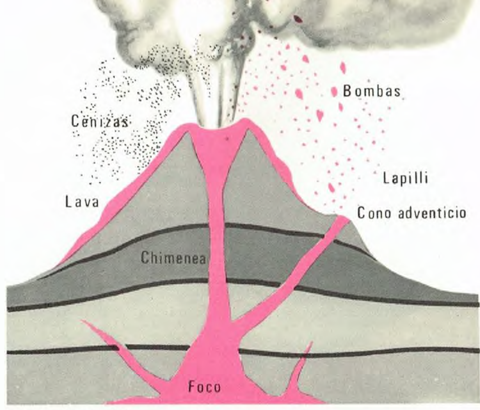
A fines del siglo pasado se formó, separadamente de la Geología, una nueva ciencia, la Vulcanología.

Actualmente, en las cercanías de algunos volcanes en acción, se organizan estaciones vulcanológicas, observatorios, desde donde los científicos llevan una investigación constante de los volcanes. Cuando alguno de los volcanes entra en acción, inmediatamente los vulcanólogos parten hacia el volcan y hacen observaciones de la erupción.

Estudiando la lava volcánica se puede comprender cómo se ha transformado un material en fusión en roca dura.

Los vulcanólogos investigan también los antiguos volcanes apagados. El conjunto de estas investigaciones y estudios es de gran interés para la Geología.

Los antiguos y destruidos volcanes apagados, que estuvieron en acción hace millones de años atrás y que casi se hallan al mismo nivel de la superficie de la Tierra, ayudan a los científicos a reconocer de qué modo las masas en fusión, que se encuentran en las entrañas de la Tierra, penetran en la dura corteza terrestre, y qué se obtiene del contacto de ellas con las rocas. Gene-



Esquema de un volcán.

El Vesubio, tranquilo y majestuoso en su época de reposo, domina el paisaje de la Campania, con la amenaza de su posible actividad. La erupción del año 79 destruyó completamente las ciudades de Pompeya y Herculano.

ralmente, en los lugares de contacto, gracias a procesos químicos, se forman yacimientos de minerales útiles, filones de hierro, cobre, cinc y otros metales.

Los chorros de vapor en los cráteres de los volcanes, llamados *fumarolas*, llevan consigo algunas materias disueltas. En las grietas del cráter y sus inmediaciones, en torno de estas fumarolas, se condensan azufre, sales amoníacas y ácido bórico, que se emplean en la industria.

La ceniza y la lava volcánica contienen muchas combinaciones de elementos potásicos y se convierten en suelos de gran fertilidad. En estos terrenos se plantan árboles frutales o se aprovechan para campos de cultivo. Por esto, a pesar de que la vida alrededor de los volcanes no está exenta de peligro, casi siempre, crecen allí poblados e incluso ciudades.

¿Por qué se producen las erupciones volcánicas y de dónde saca tan inmensa energía el interior del globo terrestre?

El descubrimiento de los fenómenos de la radiactividad en algunos elementos químicos, particularmente en el uranio y torio, obliga a pensar que en el interior de la Tierra se acumula el calor producido por la desintegración de elementos radiactivos. El estudio de la energía atómica confirma aún más este punto de vista.

La acumulación del calor en la Tierra a grandes profundidades caldea las materias. La temperatura sube hasta tal grado, que la materia debería de fundirse, pero, debido a la presión de las capas superiores de la corteza terrestre, retiene su estado sólido. En aquellos sitios donde es menor la presión de las capas superiores, a causa del movimiento de la capa terrestre y la formación de grietas, la masa caldeada pasa del estado sólido al líquido.

La masa de rocas y minerales en estado de fusión, saturada de gases, formada en las profundas entrañas de la Tierra, se llama *magma*. Bajo las inmensas presiones los gases que se desprenden del magma funden las rocas circundantes, se abren camino y forman el orificio o canal del volcán. Los gases liberados, por medio de explosiones, limpian el camino del canal, rompen las duras rocas y lanzan los trozos a grandes alturas. Este fenómeno siempre precede a la expansión de la lava y va acompañado de seísmos en los alrededores del volcán.

Lo mismo que cuando abrimos una botella de líquidos gaseosos el gas se



El volcán Strómboli, en las islas Lípari, es de acción ininterrumpida. Está formado por una especie de montaña que sale del mar. Por la noche sus explosiones son un faro natural para los navegantes.

precipita a salir formando espuma, así en el canal del volcán la espuma del magma es arrojada con ímpetu por los gases que de ella se liberan, pulverizando y rompiendo en pedazos la masa ígnea.

Al perder la mayor parte de los gases, el magma se derrama del cráter, y ya como lava corre por las vertientes del volcán.

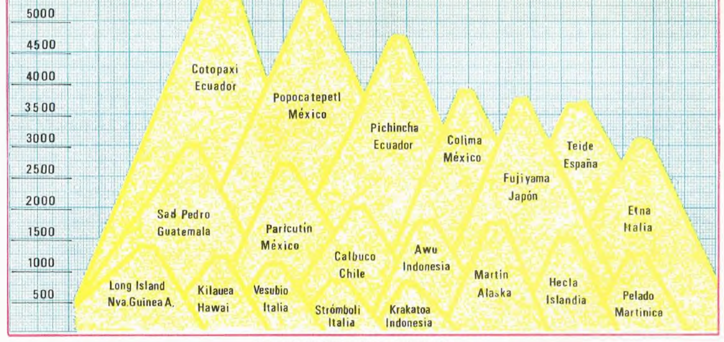
Si el magma en la corteza terrestre no encuentra salida hacia la superficie se endurece en forma de vetas en las grietas de la corteza terrestre. Sucede a veces que el magma cuaja debajo tierra en grandes porciones de terreno y forma un enorme cuerpo homogéneo ensanchado en la base. Sus dimensiones pueden llegar a centenares de kilómetros. Estos cuerpos de magma enfriado, introducidos en la corteza terrestre, se llaman *batolitos*.

La lava es diferente según su composición, y puede ser más clara o más espesa y viscosa. Si la lava es clara se derrama con más rapidez, y forma en su camino las corrientes de lava. Los gases, al escapar del cráter, lanzan surtidores de lava cuyas salpicaduras al enfriarse forman lágrimas de lava. La lava espesa corre más despacio, se rompe en pedazos que se amontonan unos encima de otros, y los gases que se escapan de ella desprenden de estos montones pequeños trozos de lava viscosa, lanzándolos a gran altura. Si los coágulos de esta lava giran durante su vuelo reciben formas de huso o de esfera. Estos pedazos de lava enfriada, de diversos tamaños, son llamados *bombas volcánicas*. Al enfriarse la lava, repleta de gases, se forma la espuma de piedra pómez. Gracias a su poco peso la piedra pómez flota en el agua, y en las erupciones submarinas sube a la superficie del mar. Los pequeños trocitos de lava, del tamaño de un guisante o de una avellana, lanzados durante la erupción, se llaman *lapillius*. La materia más pequeña producto de la erupción es la ceniza volcánica. Estas cenizas caen por las laderas del volcán y son llevadas por el viento a grandes distancias, donde forman capas que gradualmente se convierten en tufo. Enormes yacimientos de tufo se encuentran en Armenia. El tufo es generalmente una materia muy ligera, porosa, que se puede fácilmente aserrar. Hay yacimientos de diferentes colores: rosados, rojos, verdosos, grises y violáceos. Los tufos se utilizan como material para la construcción y para el revestimiento de las casas.

En el globo terrestre son conocidos actualmente algunas decenas de volcanes en acción. Gran parte de ellos están situados en las costas del océano Pacífico.

En América del Sur hay gran cantidad de volcanes —Calbuco, Osorno, Villarica, Cotopaxi, Sangay— que coronan la cordillera de los Andes. Hay muchos volcanes en América Central. En Méjico, el año 1943, surgió en un campo llano un nuevo volcán, bautizado con el nombre del pueblo más cercano, Paricutín. Fue testigo del nacimiento del volcán el dueño de este campo, un campesino indio del pueblo. Estaba arando sus tierras y notaba que día tras día el suelo aumentaba de temperatura. Después vio que de los surcos se elevaban chorros de vapor, y oyó un fuerte ruido subterráneo. El asustado campesino corrió hacia el poblado para contar este supuesto milagro.

Empezó a temblar la tierra. Sobre el campo, con fuertes explosiones, se levantaron cúmulos de vapor y nubes de arena. A gran altura saltaron grandes piedras. Los habitantes del pueblo huyeron despavoridos. Cayeron espesas cenizas. Del agujero que se formó salían sin cesar gran cantidad de piedras al rojo vivo, y cenizas formando alrededor del cráter un terraplén. Del cráter salía un espeso y negro humo. Cada 5-10 segundos fuertes explosiones echaban al aire grandes cantidades de piedras y pedazos de lava. Después chorreó la lava. La masa ígnea se movía despacio por las laderas del nuevo volcán en



Los principales volcanes de la Tierra.

dirección al poblado. La corriente de lava destruía a su paso toda clase de vida. Asi se formó un nuevo volcán, Paricutin. Su fuerte erupción continuó más de un año, y después no cesó su actividad. El pueblo Paricutin fue sepultado por la lava.

En la costa del océano Pacifico de América del Norte los volcanes ya casi se han apagado. Sólo el volcán Lassen está en débil acción. Desde Alaska a Kamchatka se extienden en arco las islas Aleutianas, en las que hay muchos volcanes en acción.

Observando en el mapa la distribución de los volcanes en el océano Pacífico se puede ver que este océano está rodeado por un cinturón de volcanes. Forman, como se dice, un cinturón de fuego.

En la parte central del océano Pacífico, en las islas Hawai, se encuentra un volcán de tipo especial, el Kilauea. En el fondo de su amplio y llano cráter —calderas de unos 5 kilómetros de longitud, entre cuajados terrones de negra lava— un lago de fuego de una anchura de 700-800 metros está siempre lleno de lava fundida. Los gases que salen de esta lava en fusión ponen a ésta en movimiento continuo. De noche ofrece un espectáculo muy hermoso.· La superficie del lago, al enfriarse, se cubre de una corteza pétrea, que se rompe debido a los gases que la empujan, formando una red movible de sinuosas grietas de fuego. Entre ellas, de tarde en tarde, se levantan surtidores de fuego líquido de lava. Aumenta o disminuye el nivel del lago de lava. En ocasiones la lava colma el cráter, se derrama por los bordes y cubre todas las calderas. La lava de los volcanes hawaianos es muy clara.

En el globo terrestre hay muy pocos volcanes con lagos de lava en sus cráteres: cerca del Kilauea se encuentra el cráter del Mauna-Loa, y en el continente africano, casi en el Ecuador, el volcán Nyamlajira, también con un lago de fuego en el cráter.

Entre Asia y Australia, en las grandes islas de la Sonda, se encuentran gran cantidad de volcanes en acción.

En el estrecho de la Sonda hay la isla volcánica Krakatoa, que tiene la forma de media luna. La boca del volcán está cubierta por las aguas y sobresalen solamente los bordes del cráter. En el año 1883 durante la erupción del volcán se produjo una gran explosión. Parte de las montañas se precipitaron al mar, y el oleaje fue tan fuerte que grandes olas fueron vistas en todos los océanos del globo terrestre. Olas marinas altas como una casa de diez pisos efectuaron una total destrucción en las riberas de Java y Sumatra, llegando incluso a las costas de América del Sur, y un fino polvo volcánico, lanzado durante la erupción del Krakatoa, cubrió toda la Tierra.

En las Antillas, en el océano Atlántico, se encuentra la isla de Martinica, con su pavoroso volcán Monte Pelado. En el año 1902, durante la erupción de este volcán, salió del cráter una gran nube de gases ardientes y finas cenizas. A una velocidad espantosa se deslizó por la pendiente de sus laderas, y dejó a su paso desolación y muerte.

En el transcurso de unos minutos, la floreciente ciudad de Saint-Pierre, en la falda del Monte Pelado, quedó destruida. ¡Murieron treinta mil habitantes, o sea, toda la población de la misma! Durante esta erupción el volcán no derramó lava.

Al norte del océano Atlántico se encuentra la isla de Islandia, con grandes volcanes en acción, que derraman en diferentes períodos grandes cantidades de lava muy clara. Entre los volcanes de Islandia es muy conocido el Hecla, volcán en acción.

En el mar Mediterráneo son conocidos desde tiempo remoto los volcanes Etna, Vesubio, Strómboli y Vulcano.

La fuerte erupción del Vesubio en el año 79 fue inesperada; hasta entonces el Vesubio era conocido como ciudad y no por el volcán. Después de la erupción desapareció toda la fértil vegetación de sus alrededores bajo los fragmentos y torrentes de lava y barro. Trozos de piedra y ceniza, lanzados por el volcán, cubrieron las laderas y cercanías del Vesubio, y a consecuencia de esto fueron destruidas y sepultadas tres ciudades, Pompeya, Herculano y Stabia, enterradas entre torrentes de lava y ceniza. Sólo al cabo de diecisiete siglos, cuando ya estaban olvidadas estas ciudades desaparecidas, por casualidad, perforando un pozo, fueron halladas estatuas de mármol de dioses griegos. Inmediatamente empezaron las excavaciones, y los arqueólogos descubrieron la ciudad sepultada de Pompeya, y posteriormente las otras dos.

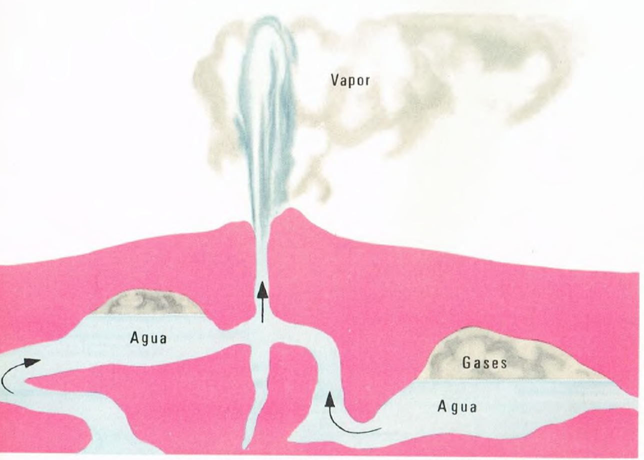
Desde entonces el Vesubio ha hecho erupción muchas veces, y ha sido ampliamente estudiado por los científicos.

Una fuerte erupción del Vesubio tuvo lugar en 1944, a consecuencia de la cual sufrieron daños sus alrededores. La lava avanzaba a gran velocidad, alcanzando los 5 kilómetros por día.

Es original el volcán Strómboli, de acción ininterrumpida, en una de las islas Lipari, en forma de montaña cónica que sobresale del mar, siempre con una nube de humo en su cumbre. De su cráter, con intervalos de tiempo más o menos aproximados, sale una columna de vapor acompañada de explosiones. Al mismo tiempo lanza, mezclados, trozos de lava ardiente y piedras. Por la noche, durante las explosiones, la lava ardiente alumbra la nube de vapor con una llamarada de rojo intenso;

Los géiseres son los últimos ecos de la actividad volcánica. Constituyen un verdadero fenómeno de la naturaleza; manantiales de agua en estado de ebullición que son lanzados al aire en determinados intervalos de tiempo.





Esquema de un géiser. Los gases interiores hacen hervir el agua y en estado de ebullición la lanzan a presión al exterior. El chorro de gas y agua puede alcanzar a veces alturas de hasta 80 metros.

después el resplandor gradualmente palidece, y al cabo de algún tiempo se ilumina de nuevo con la misma intensidad. Este fenómeno es visto a gran distancia, y sirve de faro para los navegantes de las rutas cercanas al mar Mediterráneo.

Al este del mar Mediterráneo están esparcidos en una amplia zona los volcanes apagados de Asia Menor y los de la cordillera del Cáucaso: Ararat, Kasbek y Elbrus.

Con las actividades volcánicas están relacionados los géiseres, las fuentes termales y los manantiales de agua mineral.

¿Qué es un géiser?

Los géiseres, las fuentes termales y los manantiales de agua mineral son últimos ecos de las terribles actividades de los volcanes.

Los géiseres son un notable y original fenómeno de la naturaleza. Son manantiales de agua hirviente, que, en determinados intervalos de tiempo, efectúan erupciones de agua en estado de ebullición. Con explosión y gran estruendo una columna de agua hirviente, sumergida en una inmensa nube de vapor, sale lanzada hacia arriba en enorme surtidor, que llega en algunos casos a alturas de 80 metros.

Durante algún tiempo actúa el surtidor; después, el agua desaparece, la columna de vapor se dispersa, y de nuevo reina la tranquilidad.

Algunos géiseres lanzan el agua a muy poca altura o solamente salpican. Hay manantiales calientes, parecidos a lagunas, en que el agua hierve haciendo burbujas. Generalmente alrededor del géiser hay una laguna o un pequeño cráter, cuyo diámetro suele ser de algunos metros. Los bordes de esta laguna y los lindantes a ella están cubiertos por sedimentos del silicio que contiene el agua hirviente. Estos sedimentos se llaman *geiseritos*. Cerca de algunos géiseres se forman conos de geiseritos de diversas alturas, que van desde algunos centímetros hasta algunos metros.

Inmediatamente después de la erupción del géiser queda libre de agua la laguna, y en su fondo puede verse un canal (orificio) lleno de agua que va a profundos subterráneos.

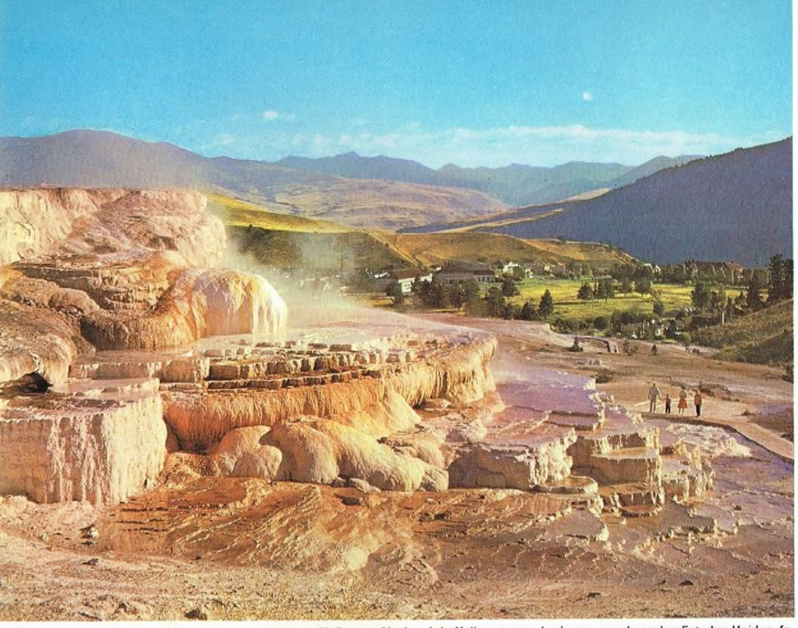
Antes de empezar la erupción, el agua sube llenando despacio el cráter, se agita, salpica; después, con una explosión se eleva a gran altura el surtidor de agua hirviente. Al poco rato cesa la erupción.

Los géiseres son poco frecuentes y son uno de los más bellos fenómenos de la naturaleza. Pequeños y poco numerosos géiseres se encuentran también en otras regiones volcánicas.

Alrededor de algunos géiseres el suelo está templado, y algunas veces incluso caliente. Muchos géiseres están rodeados de geiserita de diferentes colores y extravagantes formas; parecen bellos y artísticos enrejados. Algunas veces la geiserita cubre extensiones de decenas de metros cuadrados. Así, por ejemplo, cerca del más grande géiser de Kamchatka, Velikana (El Gigante), que lanza un enorme surtidor de algunas decenas de metros de altura, se ha formado una extensión de geiserita que ocupa una hectárea aproximadamente. Toda esta extensión se encuentra cubierta por sedimentos de geiserita en forma de piedrecitas parecidas a pequeñas rosas de color grisamarillento. Este bello paraje se desliza hacia el río formando peldaños.

Desde tiempos remotos Islandia es famosa por sus manantiales térmicos, ríos de agua hirviente y géiseres. En los valles de casi todos los ríos de Islandia se ven subir nubes de vapores formadas por los manantiales de aguas calientes y géiseres. Hay grandes cantidades, principalmente en la parte sudoeste de la isla. Allí puede verse el famoso gran géiser. La laguna tiene unos 18 metros de diámetro. El fondo plano de la laguna hacia el centro va formando un canal circular de unos 3 metros de diámetro, parecido a la forma de una trompeta. El canal del géiser va a gran profundidad, y se une en el subsuelo, por las grietas, con cavernas, que se llenan periódicamente de agua caliente y vapor. La temperatura del agua de este géiser en la superficie llega a 80 grados, y en el canal, en algunas profundidades, a 120 grados.

La erupción del gran géiser es muy bella y original; se repite cada 20-30 horas y se prolonga durante 2,5-3 horas. El ruido subterráneo, las explosiones y pequeños temblores de tierra anuncian el comienzo de la erupción del gran géiser. El agua que llena la laguna borbotea, salpica y se derrama por los bordes, formando arroyos que corren por su cono. De pronto resuena una gran explosión, y la potente tromba de agua se eleva a gran altura, continúa durante algún tiempo y desaparece. Sin dar tiempo a disolverse el vapor, de nuevo se eleva el surtidor de agua, más potente y a mayor altura, y tras éste, otro y otro. El surtidor del gran géiser se eleva a una altura de 30 metros. Poco a poco disminuye la altura del surtidor, y, finalmente, el géiser se tran-



El Parque Nacional de Yellowstone, el primero creado en los Estados Unidos, famoso por la cantidad de géiseres que encierra. Estas formas curiosas, han sido creadas a través de siglos y siglos de actividad geológica.

quiliza y solamente un espeso vapor cubre su cono.

La dureza del clima de Islandia obliga a sus habitantes a utilizar las aguas de algunos manantiales térmicos para el riego de los campos.

En las calentadas tierras cultivan verduras y cereales. El agua caliente de los manantialas la aprovechan también para la calefacción de las casas en las ciudades y poblaciones. Así, por ejemplo, la capital de Islandia, Reykiavik, se calienta con las aguas de los manantiales termales.

En la isla al norte de Nueva Zelanda han cesado en gran parte las actividades volcánicas; consecuencia de esto son los manantiales termales, géiseres y chorros de vapor que han quedado. Hasta el año 1904 estuvo en actividad el géiser Waimauku, el mayor del mundo. En las erupciones más fuertes lanzaba su chorro al aire a 450 metros. Pero ahora este géiser ha desaparecido por completo.

En la orilla del lago Wakati se encuentra el géiser Krous-Nest (nido de grajos), cuya erupción depende del nivel de las aguas en el lago. Si el nivel del agua es alto, el géiser hace erupción cada 40 minutos; si el nivel es bajo, entonces la erupción tiene lugar cada 2 horas.

Gran cantidad y variedad de manantiales termales y géiseres existen en América del Norte, en la frontera de los estados de Wyoming y Montana. Este pintoresco lugar se denomina Parque Nacional de Yellowstone. Está situado en una gran meseta cortada por profundos valles de los ríos y cavidades de lagos, y rodeado de altas cordilleras nevadas de las Montañas Rocosas.

Millones de años atrás tuvieron lugar en estas montañas fuertes erupciones volcánicas, cuyas huellas han quedado en este maravilloso rincón de la naturaleza. Entre los doscientos géiseres que se encuentran en el Parque de Yellowstone, el más célebre es el géiser Excelsior, llamado así por sus correctas erupciones. Este géiser actúa regularmente cada 53-70 minutos y su gran surtidor se eleva hasta 50 metros de altura.

Se calcula que, durante cada erupción, este géiser lanza aproximadamente 50 mil litros de agua hirviendo. Durante cientos de años no ha cesado en su actividad, al igual que otros géiseres y fuentes termales del Parque de Yellowstone.

¡Háganse idea de la enorme cantidad de calor que traen estos géiseres a la superficie de la Tierra! Se calcula que todo el calor de las fuentes del Parque de Yellowstone podría derretir cerca de tres toneladas de hielo por segundo.

¿De dónde procede este calor?

Los géiseres se encuentran en regiones donde, no muy lejos de la superficie, yacen el magma aún no enfriado. Los gases y vapores que se desprenden del mismo, al elevarse, recorren un largo camino entre las grietas. En este camino se mezclan con las aguas subterráneas, calentándolas y convirtiéndose al mismo tiempo en aguas calientes con soluciones de diversas sustancias. Esta agua es la que sale a la superficie de la Tierra, en forma de agitadas fuentes térmicas, diversos manantiales minerales, géiseres, etc.

Los científicos deducen que los géiseres, debajo de la tierra, se componen de cuevas (cámaras), pasillos y grietas (canales) que los unen, y que se encuentran en los torrentes de lava enfriada. Estas cavidades se llenan de aguas subterráneas, que circulan por ellas, y cerca



Nueva Zelanda también es zona propicia de géiseres. En Waiotapu, existe una extensa área con varios de estos fenómenos geológicos.

de las cuales, un poco más profundos, se encuentran los focos de magma.

Las erupciones de los géiseres se originan de diferentes maneras, en íntima dependencia con la magnitud de las cámaras subterráneas, de la forma de los canales y situación de las grietas, de la cantidad y velocidad de las aguas subterráneas que entran en las mismas, y del calor que reciben de las profundidades. Por la Física sabemos que el punto de ebullición del agua, bajo la presión de la atmósfera en el nivel del mar, es igual a 100 grados. Si la presión aumenta, la temperatura de ebullición sube, y si la presion disminuye, la temperatura necesaria para la ebullición será más baja. La presión de la columna de agua en el canal del géiser hace subir el punto de ebullición del agua en el fondo del canal (hace que sea necesario

más calor para llegar al punto de ebullición). El agua, al calentarla por debajo, se pone en movimiento; las capas inferiores de agua calentada se hacen más ligeras y suben hacia la superficie, y las capas altas de agua, más frías, bajan al fondo, donde al calentarse a su vez suben, y así sucesivamente. De esta manera, los vapores y gases que continuamente suben por las grietas desde las profundidades calientan el agua hasta hacerla hervir. Si el canal del géiser es ancho y tiene más o menos forma correcta, el agua al circular se mezcla, hierve y sale al exterior en forma de manantial caliente. Si el canal es abrupto y estrecho, el agua no puede mezclarse fácilmente y se calienta de manera irregular. A consecuencia de la presión de la columna de agua, el agua del fondo, aun estando muy caliente, no puede hervir y convertirse en vapor. El vapor tan sólo se forma en pequeñas burbujas. Concentrado en el fondo, el vapor comprimido tiende a extenderse, empuja la capa superior de agua en el canal y la levanta, hasta que la echa a la superficie de la Tierra, levantando pequeños surtidores, anunciadores de la erupción. Al derramarse el agua, disminuye la presión de la columna de agua en el canal; y, en consecuencia, la presión en el fondo disminuye, y el agua recalentada, encontrándose a una temperatura mayor que su punto de ebullición, instantáneamente se convierte en vapor.

La presión del vapor en el fondo es tan grande, que empuja el agua del canal en forma de enormes surtidores de agua hirviendo y remolinos de vapor. El tamaño de los surtidores de los géiseres, y las características de su funcionamiento, dependen del tamaño y situación de las cámaras subterráneas, canales y fuerza de la presión del vapor.



Los gases interiores de la Tierra pueden ser motivo de curiosos fenómenos en la naturaleza. Cuando un volcán pierde su capacidad eruptiva emite, a veces, gases sulfurosos que, condensados, forman depósitos de azufre que reciben el nombre de solfataras.

Lo que ocurre durante los fuertes temblores de tierra

Los temblores de tierra empiezan con la explosión y mezcla de rocas y otros elementos en cualquier sitio de las profundidades de la Tierra. A este lugar se le llama *foco del terremoto* o *hipocentro*. Su profundidad corriente es de 100 kilómetros, pero algunas veces llega hasta los 700 kilómetros. También puede ocurrir que el foco del temblor tenga origen en la superficie de la Tierra. En estos casos, si el temblor de tierra es fuerte, los puentes, carreteras, casas y otras construcciones resultan destruidas.

En la extensión de tierra, límite de la superficie que se encuentra sobre el foco, la fuerza del temblor es muy intensa. Se la llama *epicentro*.

En unos casos las plastas de tierras, situadas por los lados de las quebraduras, avanzan al encuentro unas de otras. En otros, la tierra desciende por una parte de la quebradura formando la *falla*. En los lugares donde se cruzan los cauces del río forman cataratas. Las bóvedas de las cavernas subterráneas se agrietan y se derrumban. Ocurre que después de un temblor de tierra, grandes extensiones de tierra descienden y se inundan de agua formando lagos. Los temblores subterráneos se mezclan con las pendientes, y las capas blandas de tierra se hunden formando corrimientos. Durante el terremoto de California, en el año 1906, se formó una profunda grieta en la superficie de la Tierra con una longitud de 450 kilómetros.

Se comprende que la brusquedad de la mezcla de grandes masas de tierra en el foco debe provocar un golpe de fuerza colosal.

Durante un año las personas pueden notar cerca de 10.000 temblores de tierra. De ellos, aproximadamente cien son destructores. Los aparatos actuales de precisión registran más de 100.000 temblores anuales de tierra. Se llama golpe al temblor de las capas de elementos montañosos esparciéndose en forma de olas, del mismo modo que se esparcen éstas al tirar una piedra al agua. Pero el agua queda pronto tranquila, incluso después de una tormenta en la superficie no quedan indicios de ella. En la superficie de la Tierra estos temblores dejan huellas la mayoría de las veces. A causa de los fuertes temblores, en la superficie de la Tierra se originan quebraduras, ondulaciones y elevaciones.



Suelo volcánico erosionado. La carencia de arbustos o vegetación y la formación del terreno volcánico que da unas formas diversas a los diferentes accidentes de la superficie, ofrece este aspecto general de desolación.

Las grandes destrucciones, causadas por los temblores de tierra, son muy corrientes en aquellos lugares donde la tierra es blanda y poco firmes los elementos montañosos.

Las construcciones durante los fuertes temblores de tierra se destruyen en muy pocos segundos. Los temblores catastróficos no dan más de dos o tres sacudidas cortas, pero con una enorme fuerza destructora. Los temblores flojos no son peligrosos, pero siembran el consiguiente pánico entre los habitantes. Claro está que cuanto más alejados estamos del epicentro más flojo es el temblor. A gran distancia el temblor no se nota.

Muchas veces el foco de los temblores de tierra se oculta, en las profundidades de los mares, y origina enormes olas. Por ejemplo: durante el temblor de tierra ocurrido en Lisboa, en el año 1755, se abalanzaron unas olas de 12 metros de altura, y en las orillas de América del Sur, al otro lado del Atlántico, se observó fuerte marea.

La mayor parte de las sacudidas subterráneas son muy flojas, y de ellas se enteran solamente los seismólogos científicos, que estudian especialmente los temblores de tierra. Catástrofes como las de Mesina (Italia) y California, afortunadamente, no ocurren a menudo.

Dónde y por qué ocurren los temblores de tierra

Los temblores de tierra están enlazados con el proceso de formación de las montañas. Surgen durante la formación de los derrumbamientos, movimientos y roturas de la corteza terrestre. Estos temblores reciben el nombre de *tectónicos*. De éstos dependen gran parte de los temblores de tierra.

También tenemos temblores de tierra de origen volcánico. La lava y los gases candentes hierven en las entrañas de los volcanes, y pueden empujar las capas de la superficie terrestre, como el vapor concentrado en una cafetera empuja la tapadera de ésta. Estos temblores de tierra ocurren, por ejemplo, en Kamchatka y en las islas Kuriles. Estos temblores son bastante flojos pero de larga duración; algunos duran semanas e incluso meses.

Los temblores de tierra pueden ser provocados por los derrumbamientos y grandes corrimientos de tierra.

Cómo se estudian los temblores de tierra

Aproximadamente después de 20 minutos de ocurrir un temblor de tierra, los seismólogos de todo el mundo pueden enterarse con exactitud del lugar de la catástrofe. Para esto no hace falta ni radio ni telegrafía. Los temblores de tierra lo comunican así mismo.



San José de Costa Rica ha sido víctima, en ocasiones, de terremotos y frecuentes temblores de tierra. Por temor a ellos, la ciudad ha crecido horizontalmente con construcciones de poca altura. Su silueta solamente es rota de vez en cuando por un rascacielos que, provocativo, se alza entre los pequeños edificios.

¿Cómo ocurre esto? Durante el temblor de tierra se mezclan y estremecen partículas de elementos montañosos empujando unas a otras, que transmiten el empujón en forma de compacta ola.

De esta manera el temblor es como si pasase por cadena, y se esparce en forma de olas en todas direcciones; a medida de su alejamiento las olas pierden fuerza.

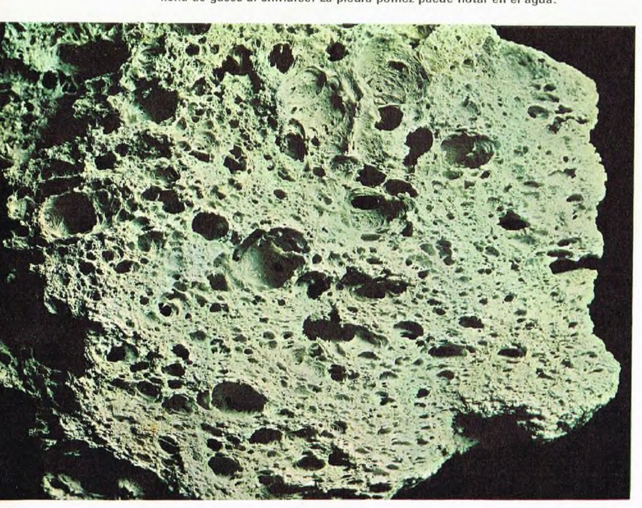
Una suposición sobre estas compactas olas nos la puede dar un camión cuando marcha por una calle desnivelada. Las olas compactas provocan el temblor de las casas vecinas. También es sabido, por ejemplo, que las olas compactas se transmiten por los rieles del ferrocarril durante la marcha del tren, rellenando los rieles con un sonido igualado y apenas audible.

Las olas compactas provocadas durante el temblor de tierra se llaman *olas sísmicas*. Las más ligeras de ellas se esparcen por la superficie de la Tierra a una velocidad de 5 a 8 kilómetros por segundo.

Cuando usted viaja de pie en un autobús, y cuando éste se pone en marcha, usted es vencido hacia atrás, y



Arriba: lava de contextura porosa procedente de la erupción del Etna en 1831 y sometida a la acción erosiva del mar. Abajo: piedra pómez, formada por la lava llena de gases al enfriarse. La piedra pómez puede flotar en el agua.



cuando frena bruscamente es lanzado hacia delante. ¿Por qué ocurre esto? Cuando el autobús se pone bruscamente en marcha, su cuerpo se precipita a conservar la posición vertical. Los pies se apoyan con fuerza al suelo del autobús, e involuntariamente no le obedecen, y usted cae para atrás. La propiedad de guardar la posición normal o movimiento igualado se llama *inercia.* Esta propiedad de inercia se utiliza en un aparato especial, *seismógrafo,* anotador de los temblores de tierra.

Un gran invento fue el *seismógrafo eléctrico* para el registro de los temblores más insignificantes. Este aparato registra los temblores ocurridos a 20.000 kilómetros de distancia.

La anotación de los temblores de tierra se llama *seismograma.* En las estaciones sísmicas, los seismógrafos trabajan noche y día, observando las olas sísmicas-comunicantes de los lejanos y cercanos estremecimientos de tierra.

Descifrar el seismograma, leer lo que nos dicen las olas sísmicas, y lo que éstas encuentran en su camino en las profundidades de la Tierra, es un problema complicado pero muy interesante y distraído.

Los catastróficos temblores de tierra quedan largo tiempo grabados en la mente de las personas como horrorosa e irreparable desgracia. Durante el gran terremoto ocurrido en el Japón en 1923 perecieron más de 90.000 personas. A consecuencia del temblor de tierra ocurrido en la India en el año 1897 fueron destruidas todas las casas de piedra, en una extensión superior a la península de Crimea.

Aliviar las consecuencias de las desgracias ocurridas es obligatorio, pero no es suficiente. En los lugares amenazados por los terremotos es preciso construir edificios sólidos. Los temblores de tierra son severos examinadores y dan a conocer la fortaleza del edificio. Estudiando los resultados de los terremotos, los ingenieros del Japón, Estados Unidos y Rusia hallaron la manera de construir edificios de gran solidez, capaces de resistir fuertes sacudidas subterráneas.

No menos importante es aprender a pronosticar los temblores de tierra. Tarea difícil, porque las sacudidas nacen en profundidades inalcanzables de la Tierra, y la fuerza de atracción se concentra lentamente. A pesar de todo, indudablemente, los científicos en el futuro aprenderán a pronosticar la hora y lugar de futuros terremotos.

PLAN GENERAL DE LA OBRA

TOMO I - LA TIERRA. Biografía geográfica de nuestro planeta.

Estudio de la formación de nuestro planeta. Los grandes cambios operados en el mismo desde la aparición de la primera forma de vida hasta la actualidad. Cartografía legendaria y científica. Los fenómenos físicos. El suelo y la vegetación. El mundo animal. La huella del hombre.

TOMO II - LA GRAN AVENTURA DEL HOMBRE. Cómo la Humanidad conoció el mundo en que vive. Descubrimientos y exploraciones.

Desde la Prehistoria a la Edad Media. Navegantes y exploradores hispánicos. Los siglos XVII y XVIII: ruta de las Indias, exploraciones de América, África, Asia y Australia. Sigue la gran aventura: periplos oceánicos: el "descubrimiento" de África, la conquista del Oeste: la exploración polar: el mundo submarino: la conquista de las alturas.

TOMO III - EL MUNDO DE LAS PLANTAS. La vida y su evolución. Agricultura.

La aparición de la vida y la teoría evolucionista. Estructura celular de las plantas. Las plantas en la Naturaleza: todo el complejo y maravilloso mundo vegetal. Las plantas de cultivo: la agricultura y sus sistemas: principales cultivos y su importancia económica.

TOMO IV - EL MUNDO DE LOS ANIMALES. Todo lo relacionado con los animales salvajes y los domésticos.

Vida animal. En qué se diferencian los animales de las plantas. Desde los animales microscópicos a los más grandes mamíferos. Peculiaridades del mundo animal: peces eléctricos, luz viva, sonidos, colores, simbiosis, falso parecido, mimetismo, signos de distinción, los animales sociales, las migraciones, venenos, parásitos, conducta animal, doma y adiestramiento. Los animales en la economía nacional. Origen de los animales domésticos. Las crías de animales. La apicultura.

TOMO V - EL HOMBRE Y SU CUERPO. Tratado exhaustivo con las más modernas teorías.

El organismo humano. El sistema digestivo. La circulación de la sangre. El mundo de los microbios. El corazón. La respiración. La piel. Glándulas. El esqueleto. Los músculos. El sistema nervioso. Los órganos sensitivos. Fenómenos psíquicos. Injertos y trasplantes. Curas de urgencia.

TOMO VI – EL MUNDO Y SUS RECURSOS. El progreso y sus riquezas.

Recursos del mundo. El hombre, reformador del mundo. El origen del hombre: ¿cómo eran sus antepasados? Yacimientos y exploraciones. En el laboratorio de la Naturaleza. Los tesoros de las entrañas de la Tierra. Materiales al servicio del hombre. El progreso y sus riquezas: el empuje del siglo XX. Del cohete a la nave espacial. Las nuevas energías. La exploración submarina. Aplicaciones de la radiactividad en la industria. Inventos a través de los tiempos.

TOMO VII - LAS MATEMATICAS: Números y figuras en el vivir diario. Aplicaciones prácticas.

La pequeña historia de las matemáticas. Números: modos de contar y de escribir cifras. Los cálculos mentales. Máquinas de calcular. Figuras y cuerpos: la geometría en el mundo que nos rodea. Medición de longitudes, superficies y volúmenes. Reproducciones geométricas. De las diferentes geometrías. El cálculo de probabilidades. Algebra geométrica. Números y operaciones. La extraña aritmética. La noción de cantidad. Ecuaciones, coordenadas y funciones. Integrales y derivadas.

TOMO VIII - LA FISICA. Desde sus rudimentos a la era del átomo: aplicaciones prácticas en el mundo nuevo.

Los fundamentos de la mecánica. Sonidos y ultrasonidos. La flotación de los cuerpos y fenómenos curiosos. La física del vuelo y de los lanzamientos espaciales. Atomos y moléculas. Viaje al mundo de las temperaturas y de las presiones.

TOMO IX – ENERGIA NUCLEAR. FENOMENOS DEL ESPACIO. La nueva fuerza, almacén inextinguible. Electricidad.

Energía nuclear. Estructura del átomo de la energía atómica. La reacción nuclear en la naturaleza y en la técnica. Fenómenos del espacio. Los fenómenos electromagnéticos. La electricidad y el magnetismo. La luz y sus aplicaciones. Fundamentos físicos de la radio. Vibraciones electromagnéticas. La televisión. Semiconductores.

TOMO X – Máquinas al servicio del hombre.

La máquina, base de la técnica: de los instrumentos primitivos a las máquinas contemporáneas. Métodos modernos de trabajo. La automación. La energía de la técnica. Motores y turbinas. Corrientes, ondas y semiconductores. Elaboración de las materias primas.

TOMO XI – LA QUIMICA. El maravilloso mundo de los laboratorios.

La química y su importancia en la vida del hombre. Historia de la química. La ley periódica de Mendeleiev. Vocabulario químico. La química al servicio del hombre. La química compite con la naturaleza. El mundo de los laboratorios. Los microbios al servicio humano. Las vitaminas. Los antibióticos.

TOMO XII – ASTRONOMIA Y ASTRONAUTICA. A la conquista de los espacios siderales.

Introducción a la Astronomía. La Luna. El Sol. El sistema solar. Estrellas fugaces y meteoritos. Las estrellas: el Universo. Cómo se formaron la Tierra y otros planetas. La radioastronomía. Cómo trabajan los astrónomos. Los viajes interplanetarios. Los satélites artificiales. Los vuelos espaciales. El camino de las estrellas.

EVOLUCION DE LA HUMANIDAD A TRAVES DE SUS CREENCIAS



SOLICITE SIN COMPROMISO
ALGUNO INFORMACION DE ESTA OBRA

LAS GRANDES RELIGIONES constan de:

5 volúmenes, tamaño 34 x 25 cm. espléndidamente encuadernados en piel roja con estampaciones en oro.

3.136 páginas, impresas sobre magnífico papel fabricado especialmente para esta obra.

6.000 ilustraciones, en gran parte a todo color.

Textos rigurosamente inéditos, de eminentes arqueólogos, historiadores, teólogos, folkloristas, etc.